

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-264505

(43)Date of publication of application : 12.10.1993

(51)Int.Cl.

G01N 27/62

G01N 30/02

H01J 49/26

(21)Application number : 05-023278 (71)Applicant : ION TRACK INSTR INC

(22)Date of filing : 18.01.1993 (72)Inventor : JENKINS ANTHONY

(30)Priority

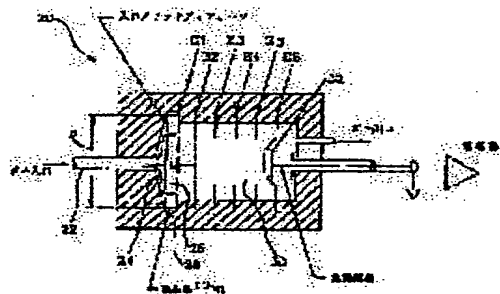
Priority number : 92 9200865 Priority date : 16.01.1992 Priority country : GB

(54) METHOD AND APPARATUS FOR DETECTING COMPONENTS OF GAS

(57)Abstract:

PURPOSE: To enhance the efficiency, resolution and sensitivity of an ion mobility spectrometer by collecting ions of different mass continuously and transmitting a collected ion current to a signal processing means.

CONSTITUTION: A sample gas is introduced from an inlet 22 through a diffuser 24 to an ionization chamber 26 where cations and electrons are generated by irradiating a sample gas flow. A zero field space for storing a population of ions is sustained in the chamber 26 using an open grid electrode E1. A high field is generated periodically across the chamber 26 for a time shorter than 1 mS in order to purge the majority of one polarity ions into a drift chamber 30 and to discharge ions of the other polarity onto the wall body of the chamber 26. Ions entering into the drift chamber 30 migrate at respective drift rate dependent on the charge and mass thereof. A current collection electrode 32 collects ions of different mass continuously and transmits a collected ion current to a signal processing means where the intensity and arriving time of collected ion are measured.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 14.08.1997

[Date of sending the examiner's decision
of rejection]

[Kind of final disposal of application
other than the examiner's decision of
rejection or application converted
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3177329

[Date of registration] 06.04.2001

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁(J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-264505

(43)公開日 平成5年(1993)10月12日

(51)Int.Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 1 N 27/62

K 7414-2 J

30/02

M 8506-2 J

H 0 1 J 49/26

7135-5 E

審査請求 未請求 請求項の数14(全 9 頁)

(21)出願番号 特願平5-23278

(22)出願日 平成5年(1993)1月18日

(31)優先権主張番号 9 2 0 0 8 6 5 . 5

(32)優先日 1992年1月16日

(33)優先権主張国 イギリス (GB)

(71)出願人 593028698

アイオン、トラック、インストゥルメン
ツ、インコーポレイテッド

アメリカ合衆国、01887、マサチューセッ
ツ州、ウィルミントン、フォードハム、ロ
ード、340

(72)発明者 アンソニー、ジェンキンス

アメリカ合衆国、01864、マサチューセッ
ツ州、ノース、リーディング、スプルー
ス、ロード、47

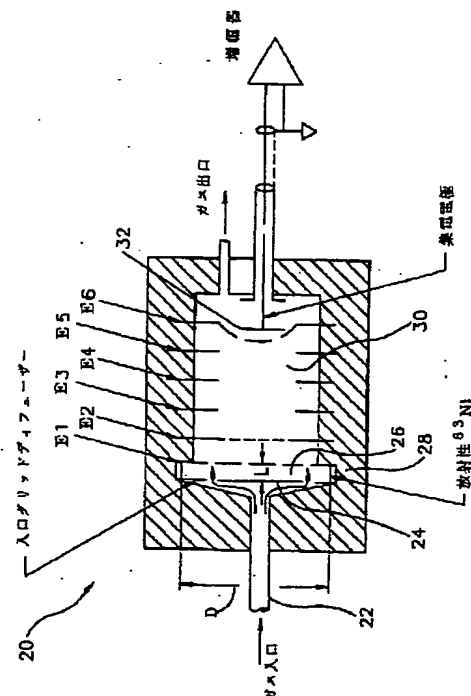
(74)代理人 弁理士 押田 良久

(54)【発明の名称】 気体中の成分検出の方法とその装置

(57)【要約】

【目的】 爆発性イオン、プラスチック爆薬及び軽イオンの検出に更に有効な、又従来検出が不可能な求電子蒸気例えば爆発性蒸気の濃度の低下を可能にするイオン移動度分光計の提供にある。

【構成】 試料ガス流れを照射して、陽イオンと電子をイオン化室に発生させる。イオン化室に開放性グリッド電極を用いて、イオン母集団がイオン化室に蓄積できる零電界空間を維持する。高電界を1ミリセカンド以下の時間イオン化室を横切って周期的に発生させて、イオン化室にある一極性の大抵のイオンを一掃してドリフト室に追い込む。反対極性のイオンをイオン化室の壁体に放電する。ドリフト室に入るイオンはそれぞれの電荷と質量によるドリフト速度で移動する。集電電極を設けて異なる質量のイオンを連続的に集電し、集電イオン電流を信号処理手段に伝送して集電イオンの強さと到達時間を測定する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 気体中の成分検出の装置であって、

- ・イオン化室と；
 - ・成分検出をする試料気体流れを前記イオン化室に送出する気体入口と；
 - ・前記試料気体流れを前記イオン化室をほぼ均等に横切って拡散させる手段と；
 - ・前記イオン化室で陽イオンと電子を前記試料気体流れの主要部分の照射により発生させ、又他のイオンを一次電子と陽イオンとを前記試料気体流れの中で結合又はイオン交換して発生させる放射性源と；
 - ・前記イオン化室と連絡して前記イオン化室内に電界を画定する切換え可能の開放形グリッド電極と；
 - ・前記開放形グリッド電極と連絡する細長いドリフト室と；
 - ・零電界空間を前記イオン化室に周期的に供給してイオン母集団が前記イオン化室に蓄積させ、その後、高電界を前記イオン化室を横切って1ミリ秒以下以下の時間供給して、前記イオン化室にある一極性の大部分のイオンを前記開放形グリッド電極を通して周期的に一端前記ドリフト室に入れ、又反対の極のイオンをイオン化室の壁体に放電させる切換え手段と；
 - ・前記開放形グリッド電極に対向するドリフト室の端に配設された集電電極と；
 - ・前記開放形グリッド電極と前記集電電極の間の前記ドリフト室のその反対端に、イオンを前記ドリフト室を通して、それぞれの電荷と質量によるドリフト速度で移動させる電界を供給する手段と；
 - ・異なる質量のイオンを継続して集電する手段と、集電したイオン電流を信号処理手段に伝送して集電イオンの強度と到達時間を測定する手段と；
- からなり、前記強度と到達時間が前記試料気体流れの成分の量と強度を示すことを特徴とする気体中の成分検出の装置。

【請求項2】 前記イオン化照射を $Ni^{63}\beta$ 源により供給することを特徴とする請求項1の装置。

【請求項3】 前記イオン化室が10乃至30mmの直径と、略2乃至5mmの長さを有することを特徴とする請求項1の装置。

【請求項4】 前記試料気体速度を5mm/秒以下に維持することを特徴とする請求項1の装置。

【請求項5】 前記イオン化室を横切って加えられた前記周期的電界が、陰イオンと電子を切換え可能開放形グリッド電極を通して、前記陰イオンと電子を前記集電電極の方向に向ける電界を備えるドリフト室に案内することを特徴とする請求項1の装置。

【請求項6】 前記イオン化室を横切って加えられた前記周期的電界が、陽イオンを前記最初の切換え可能の開放形グリッド電極を通して、前記陽イオンを前記集電電極の方向に向ける電界を備える前記2番目の細長い室に案内することを特徴とする請求項1の装置。

【請求項7】 前記細長いドリフト室が、中空横断面の電極を画定する複数の電界からなることを特徴とする請求項1の装置。

【請求項8】 前記開放形グリッド電極と前記電界画定電極の一番目との間の電位を維持する手段と；

- ・前記電極間の電位を周期的に切換えて、電界を逆の方向に前記細長いドリフト室の電界の残部に供給して、いずれのイオンも下流の前記細長いドリフト室に移動させないようにする手段と；

・前記開放形グリッド電極と前記電界画定電極の一番目との間の電位を前記細長いドリフト室を下る残部電界（この電界は前記イオン化室を横切る電界を加えることと同調して始める切換えを行って、イオンが前記切換え期間中前記細長いドリフト室への通過を容易にする）と同一の方向に切換える手段と；

からなることを特徴とする請求項7の装置。

【請求項9】 前記一番目の電界画定電極が開放形金属メッシュからなることを特徴とする請求項8の装置。

【請求項10】 前記開放形グリッド電極と前記1番目の電界画定電極の間の電位を100乃至200ボルトから反対極で100乃至200ボルトの値になるよう切換えることを特徴とする請求項8の装置。

【請求項11】 気体中の成分検出法であって；

- ・成分試験をしようとする試料気体流れをイオン化室に送出する工程と；
 - ・前記試料気体流れの主要部分を照射して陽イオンと電子を発生させ、又前記発生陽イオンと電子と前記試料気体流れ中で結合あるいはイオン交換して他の分子イオンを発生させる工程と；
 - ・零電界空間を前記イオン化室内に設けてイオン母集団を前記イオン化室に蓄積させる工程と；
 - ・前記イオン化室を横切る高電界を1ミリ秒以下の時間周期的に供給して、前記イオン化室の1極の大部分のイオンを前記イオン化室から一掃させ、且つ反対極のイオンをイオン化室の壁体上に放電させる工程と；
 - ・前記イオン化室と連絡するドリフト室を配設し、前記イオン化室から遠隔のドリフト室の端部に集電電極を備える工程と；
 - ・前記ドリフト室に電界を供給してイオンがそれぞれの電荷と質量によるドリフト速度で移動させる工程と；
 - ・異なる質量のイオンを継続集電し、集電イオン電流を信号処理手段に伝送して集電イオンの強度と到達時間を測定する工程と；
- からなり、前記強度と到達時間が試料気体流れの成分の量と強度を示すことを特徴とする気体中の成分検出方法。

【請求項12】 前記試料気体送出工程が気体進度をイオン化室を通して5mm/秒以下に維持することからなることを特徴とする請求項11の方法。

【請求項13】 前記零電界空間を前記イオン化室に設け、又前記イオン化室を横切る高電界を周期的に供給す

る工程を前記イオン化室と連絡する開放形グリッド電極で実施することと、電界を前記ドリフト室に供給する工程を前記イオン化室に隣接する一番目の電界画定電極と、前記一番目の電界画定電極と前記集電電極の中間に配列された少くとも1つの追加電界画定電極により実施する工程と；

・前記イオン化室の開放形グリッド電極と前記電界画定電極の一番目との間の電位を維持する工程と；

・前記電極の間の電位を周期的に切換えて、電界を逆方向に前記ドリフト室の電界の残部に供給してイオンを前記イオン化室から下流の細長いドリフト室に移動させないようにする工程と；

・前記開放形グリッド電極と前記電界画定電極の一番目との間の電位を前記細長いドリフト室を下る残部電界（この電界は前記イオン化室を横切る電界を加えることと同調して始める切換えを行って、イオンが前記切換え期間中前記細長いドリフト室への通過を容易にする）と同一の方向に周期的に切換える工程と；からなることを特徴とする請求項11の方法。

【請求項14】 前記イオン化室の開放形グリッド電極と前記一番目の電界画定電極の間の電位を100乃至200ボルトから反対極に100乃至200ボルトの値に切換えることを特徴とする請求項13の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 イオン移動度分光計は試料ガスの流れの中の選択成分検出に用いられる。イオン移動度分光計は、例えば、空気中の汚染物もしくは爆発物の検出に使用できる。

【0002】

【従来の技術】 イオン移動度分光計は1970年頃から市場に出回るようになった。初期のイオン移動度分光計は、例えば、米国特許第3,699,333号で開示されている。イオン移動度分光計は更に、1970年発行のジャーナル、オブ、クロマトグラフィック、サイエンス（Journal of Chromatographic Science）第8巻、第330乃至337頁に、コーエン（Cohen）とカラセック（Karasék）の記述がある。イオン移動度分光学の理論の完全論評が1973年ジョン、ワイリー、アンド、サンズ（John Wiley and Sons）社発行のマックダニエル（McDaniel）とメイソン（Masón）による論文「モビリティ、アンド、ディファージョン、オブ、イオンズ、イン、ガスイス（Mobility and Diffusion of Ions in Gases）」に述べられている。最近約20年の間に生産されたイオン移動度分光計はすべてコーエンとカラセックにより述べられた初期のイオン移動度分光計と基本的に同一である。

【0003】 典型的先行技術によるイオン移動度分光計

が図3に略図として示され、数字10で全体的に示す。先行技術によるイオン移動度分光計10は、2つの部品すなわち、イオン化もしくは反応域12とドリフト域14からなる。分析される空気試料を、空気、もしくはハロゲン化合物例えば塩化メチレンを含むキャリアガスの流れにのせて前記イオン化域12に供給する。前記キャリアもしくは空気を、典型的例として放射性ニッケル⁶³源から放射され、且つ陽イオンと電子を形成するβ粒子の作用によりイオン化する。前記電子はすべて酸素もしくは先行技術による検出器10の前記イオン化域12で大量に過剰となるハロゲンで捕獲される。前記形成されるイオンは、図3に示されたイオン化もしくは反応域12で電界V₁の影響を直ちに受けるようになる。前記電界の極性は問題のイオン（すなわち陽イオンもしくは陰イオン）を先行技術検出器10のドリフト域14の方向に向けるよう設定する。簡潔を期するため、陰イオン分析のみを先行技術検出器10に関し本明細書に説明する。

【0004】 先行技術検出器10のイオン化もしくは反応域12に持込まれる試料分子は、前記試料が陰電荷キャリア以上に電気的には陰性である場合、存在する陰イオンと反応することがある。この種のイオン分子反応は通常電荷移動として周知である。電荷移動プロセスは、反応体中のエネルギー散逸の機会が多いので高強度電界の域に起こり得る。しかし、先行技術イオン移動度分光計技術を用いる先行技術検出器10における電荷移動効率は非常に低い。

【0005】 試料イオンならびに反応体イオンの双方を含む陰イオンは、図3に示された先行技術検出器のシャッターグリッド16に向って吸込まれる。前記シャッターグリッド16はイオン移動度分光計の先行技術設計には不可欠のものであり、ブラッドベリ（Bradbury）とニールソン（Nielson）により初めて記述され、又マックダニエル（McDaniel）とメイソン（Masón）が上記に参照の論文「モビリティ、アンド、ディファージョン、オブ、イオンズ、イン、ガスイス（Mobility and Diffusion of Ions in Gases）」に詳しく説明された。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、残念ながら、先行技術の検出器10のシャッターグリッド16はイオンを前記ドリフト及び集電装置域14に、典型的例として約0.2mSの短時間且つ20mSごとにしか通過させない。残りの時間ずっと、図3に示された先行技術検出器10の前記シャッターグリッド16に届くイオンが放電される。これは、イオン化された比較的少い分子のうちほぼ99%が先行技術検出器10で消滅してから検出できる。図3に示された種類の最もすぐれた先行技術の検出器の全イオン化ならびに集電効率は0.01%

以下である。この本来の非効率性を考慮すれば、先行技術のイオン移動度分光計は分析される空気試料に実際問題として存在する問題の一定の気体の存在を検出できない。例えば、爆弾検出器に用いられる先行技術のイオン移動度分光計は、多数の有機ニトロ爆発物例えばRDXの検知はできない。そのうえ、先行技術イオン移動度分光計での反応体イオン、通常 O_2 もしくは Cl であるが、これは他の軽イオンを遮蔽して、先行技術イオン移動度分光計を、このような軽イオンの検出に不適当なものとしている。

【0007】先行技術のこれらの欠点を考慮に入れて、本発明の目的は、改良されたより効率のよいイオン移動度分光計の提供にある。

【0008】本発明は、爆発性イオンの存在の検出にさらに有効なイオン移動度分光計の提供をさらなる目的とする。

【0009】本発明は更に、プラスチック爆薬の検出に特に有効なイオン移動度分光計の提供を目的とする。

【0010】更に本発明は、軽イオン例えば酸素と、窒素の酸化物及び他の大気汚染物の検出に特に有効なイオン移動度分光計の提供をさらなる目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明の第1の実施態様は、気体中の成分検出の装置であって、

- ・イオン化室と；
- ・成分検出をする試料気体流れを前記イオン化室に送出する気体入口と；
- ・前記試料気体流れを前記イオン化室をほぼ均等に横切って拡散させる手段と；
- ・前記イオン化室で陽イオンと電子を前記試料気体流れの主要部分の照射により発生させ、又他のイオンを一次電子と陽イオンとを前記試料気体流れの中で結合又はイオン交換して発生させる放射性源と；
- ・前記イオン化室と連絡して前記イオン化室内に電界を画定する切換え可能な開放形グリッド電極と；
- ・前記開放形グリッド電極と連絡する細長いドリフト室と；
- ・零電界空間を前記イオン化室に周期的に供給してイオン母集団が前記イオン化室に蓄積させ、その後、高電界を前記イオン化室を横切って1ミリ秒以下時間の間供給して、前記イオン化室にある一極性の大部分のイオンを前記開放形グリッド電極を通して周期的に一掃前記ドリフト室に入れ、又反対の極のイオンをイオン化室の壁体に放電させる切換え手段と；
- ・前記開放形グリッド電極に対向するドリフト室の端に配設された集電電極と；
- ・前記開放形グリッド電極と前記集電電極の間の前記ドリフト室のその反対端に、イオンを前記ドリフト室を通して、それぞれの電荷と質量によるドリフト速度で移動させる電界を供給する手段と；

・異なる質量のイオンを継続して集電する手段と、集電したイオン電流を信号処理手段に伝送して集電イオンの強度と到達時間を測定する手段と；からなり、前記強度と到達時間が前記試料気体流れの成分の量と強度を示す気体中の成分検出の装置を要旨とする。

【0012】又、本発明の第2の実施態様は、気体中の成分検出法であって；

- ・成分試験をしようとする試料気体流れをイオン化室に送出する工程と；
- ・前記試料気体流れの主要部分を照射して陽イオンと電子を発生させ、又前記発生陽イオンと電子と前記試料気体流れ中で結合あるいはイオン交換して他の分子イオンを発生させる工程と；
- ・零電界空間を前記イオン化室内に設けてイオン母集団を前記イオン化室に蓄積させる工程と；
- ・前記イオン化室を横切る高電界を1ミリ秒以下時間の周期的に供給して、前記イオン化室の1極の大部分のイオンを前記イオン化室から一掃させ、且つ反対極のイオンをイオン化室の壁体上に放電させる工程と；
- ・前記イオン化室と連絡するドリフト室を配設し、前記イオン化室から遠隔のドリフト室の端部に集電電極を備える工程と；
- ・前記ドリフト室に電界を供給してイオンがそれぞれの電荷と質量によるドリフト速度で移動させる工程と；
- ・異なる質量のイオンを継続集電し、集電イオン電流を信号処理手段に伝送して集電イオンの強度と到達時間を測定する工程と；からなり、前記強度と到達時間が試料気体流れの成分の量と強度を示す気体中の成分検出方法を要旨とする。

【0013】

【作用】本発明の改良イオン移動度分光計は1電子ボルトの何分の1以下の電子エネルギーレベルで捕獲できる非常に高い断面積性を提供する電子捕獲法を用いる。これは上記説明の先行技術電荷移動法と装置の効率より遥かに高いイオン化効率を提供する。

【0014】本発明の電子捕獲法は、イオン移動度分光計のイオン化域と、イオンドリフト域の出発点に主として関連する。前記イオンドリフト域の後半部分と、本題のイオン移動度分光計の集電装置がほぼ通常の設計のものである。

【0015】本発明の検出器は不活性キャリアガス例えば窒素を用いて問題の分子の試験をするための空気試料を主題のイオン移動度分光計に供給するものである。前記窒素キャリアガスを放射性源例えばトリチウム又はニッケル⁶³からの放射線で照射して窒素陽イオンと電子を形成する。求電子分子が結合による熱中性子化電子と反応して陰イオンを形成する。同様に、他の非求電子有機化合物は N_2 イオンと反応して有機陽イオンを形成できる。

【0016】問題のイオン移動度分光計のイオン化室は

電子と陽イオン双方のイオン母集団が前記 β 粒子のキャリアガスに作用して蓄積が可能になる零電界域である。高密度の電子が問題の分子をイオン化する可能性を非常に高くするので、イオン化の効率も極めて高くなる。

【0017】本明細書で更に説明するように、本発明の装置ならびに方法でいくつかの非常に有意な利点を達成する。詳述すれば、陰イオンに対しては、イオン化の方法を先行技術の電荷移動法から電子捕獲法に変えることにより有意に改良する。反応体イオン濃度（電子もしくは陽イオン）を高めることで、イオン化の可能性も高める。問題の装置は先行技術のようにシャッターグリッドとして使用しないので、シャッターグリッドの放電によるイオンの損失はない。20mSの時間を超えて蓄積されるイオンは0.2mSのパルスに圧縮できる。これは密度と、瞬間的に集電した電流を100の計数だけ増加させる。陰イオンモードにおいては、問題の軽イオン、あるいは「重」イオンからの自然解離では他の軽イオンを遮蔽する反応体イオンは問題の装置には発生しない。これは、イオン化後解離する多数の有機ニトロ爆発性分子例えばRDXの検出にはとりわけ重要である。RDXは先行技術イオン移動度分光計では通常検出できない。そのうえ、先行技術イオン移動度分光計においては、反応体イオンによる大空間電荷によるドリフト界のひずみは起こらない。電子空間電荷を数マイクロセカンドで除去して、すべての陰イオンから十分に分離する。これはさらに、斥力作用空間電荷が起因する拡散を減少させ、従って分解能を増大させる。

【0018】以上の利点と他の利点が組合わさって、上述の先行技術の検出器よりもすぐれた分解能を有する更に感度のよい検出器を生産する。これらの改良は本発明の検出器が、プラスチック爆薬の共通成分である極めて低い揮発性化合物例えばRDXからの蒸気検出を可能にさせる。この特別用途には、検出器を100℃以上の高温で操作することである。

【0019】

【実施例】本発明による検出器を図1に示し、数字で20に全体を示す。検出器20は問題の試料分子を窒素流れに乗せて中に供給する入口22を具備する。しかし、他の不活性キャリアガスを窒素の代りに使用しても差支えないことがわかるようになる。例えば、陽イオン検出にはヘリウムが好ましいようである。問題のキャリアガスと試料ガスを入口22からディフューザー24を通してイオン化室26に案内する。前記ディフューザー24は問題のキャリアガスと試料空気を前記イオン化室26をほぼ均一に横切る拡散に機能的に作用する。前記入口22とディフューザー24をなるべく寸法をとり、問題のキャリアガスと試料空気を約1乃至5mm/秒の平均速度で前記イオン化室の通過達成に機能的に作用させることである。

【0020】前記イオン化室は、好ましくは10乃至3

0mmの範囲の直径“D”と、2乃至5mmの範囲の長さ“L”の浅いシリンダーである。前記イオン化室26の壁体は図1に示された放射性ニッケル⁶³からなる。しかし、上述で注目されるように、他の放射性源、例えばトリチウムを前記ニッケル⁶³の代りに用いても差支えない。問題のキャリアガスと試料空気はイオン化室26を通して進み、開放形グリッド電極E₁を通して出て、数個の電界画定電極E₂乃至E₅を備えるイオンドリフト域30に入る。

【0021】前記グリッド電極E₁は時間の大部分、前記イオン化室26の残りの壁体と同一電位で維持されて、大きく零電界になった空間を提供する。電子と陽イオン電荷は強まり、問題の試料分子は前記電子と反応して陰イオンを形成する。

【0022】前記ニッケル⁶³からの β 粒子の範囲は検出器20中のキャリアガスにおいて15mmもの長さであつてもよい。従つて、若干の主要 β 粒子が前記グリッドE₁を超えて前記グリッドE₁と、検出器20のイオンドリフト域30の下流に設けられた2番目の開放形グリッド電極E₂の間の域に入る。更に、陽イオンと電子をこの域で発生させるが、ここでは必要のないものである。これらのイオンが前記イオンドリフト域30を通過し、イオンドリフト域30の端にある集電板32で集電されないようにするため、ほぼ100ボルトの電位を前記2つの電極E₁とE₂の間で、前記開放形グリッド電極E₂と集電板32の間のドリフト域の電界に対し反対の方向に維持する。陰イオン分析には、前記開放形グリッド電極E₂を前記開放形電極E₁よりも更に陰性の100乃至200ボルトに維持する。得られた効果は、前記イオン化室26内で発生したイオンが前記イオン化室にあるまま滞留するが、開放形グリッド電極E₁とE₂の間の域に発生したイオンは、これらのグリッド電極E₁とE₂の一方か他方に対し、その移動度しだいの速度で移動することになる。重イオンは約1乃至2mS内で放電される。しかし、電子は1000倍も速く、あるいは約1乃至2マイクロセカンドで放電される。これは、この域で正味の陽イオンを発生させるが、残りのドリフト域30に入つて前記集電電極32の方向に逃散できるイオンはない。

【0023】約10乃至20mSの時間の後、前記反応もしくはイオン化域26には陽イオン、電子及び陰試料イオンが入っている。前記開放形グリッド電極E₁とE₂の間の域には電子と陽イオンが入っている。前記入口ディフューザー24と放射性源28を前記開放形グリッド電極より更に陰性にするすることで、周期的に電界が前記反応もしくはイオン化域26を横切つてつくられる。500乃至1000ボルトの高電位差が0.1乃至0.2mSの間隔で切換えられる。これは陰イオンの大部分を検出器20の反応器もしくはイオン化域から掃引するには十分である。電界の反応もしくはイオン化域26を横

切る切換えと同時に、電界を前記開放形グリッド電極 E_1 と E_2 の間に逆流させて、前記開放形グリッド電極 E_1 が開放形グリッド電極 E_2 よりさらに陰性とする。おのおのの電極上の陰イオン分析にとっての電位は図2にグラフで示される。

【0024】約0.2mS後、反応又はイオン化域26を横切る電界を再度零に低下させ、イオン母集団を再度イオン化室26で蓄積を可能にする。同時に、前記反応又はイオン化室26から逃散した陰イオンは環状電極 E_2 乃至 E_5 によりドリフト域又はチューブ30の下流に維持される定常電界を経験し、前記ドリフト域30を前記集電電極32に向って押し下げる。電子も前記ドリフト域30を押し下げるが、その速度は最小の陰イオンの約1000倍もの速さである。すべての電子が約100マイクロセカンド以内にドリフトチューブから一掃される。陰イオンの全部は約2mS以内に前記開放形グリッド電極 E_2 を通過する。この時間の後、前記開放形グリッド電極 E_1 と E_2 の間の電界を図2に示されたように再度逆流させる。前記陰イオンは前記ドリフト域30に移動し続け、大地電位で都合良く保持される集電電極32に到達する。移動時間は軽イオンから最も重いイオンに至るまで約5mS乃至約18mSに変化する。前記開放形グリッド電極 E_1 と E_2 の間の域で、前記開放形グリッド電極 E_1 が前記開放形電極 E_2 よりもより陰性になる約2mSの間に発生される電子も前記チューブを下流に移動するが、前記グリッドを最初に切換える2.1mS以内に到達する。このように、電子は最も軽い陰イオンから十分に分離され約4mSで集電板32に到達する。そのうえ、電子捕獲プロセスはこの高電界域で起こらないので、イオンピークのぼけは起こらない。

【0025】前記パルスの前記2mS中に、開放形グリッド電極 E_1 と E_2 の間の域に存在した陽イオンは、前記パルスとパルス中に生産されるものに先立って、反応又はイオン化域に移動するが、電界が除去される前には入口ディフューザーに到達しない。このようにして、周期の初めに、反応又はイオン化室26に陽イオンの余分ができる。この陽イオン空間荷電は電子と陰イオンの反

応域の中心に向けて、又それらを別の方法で放電させる壁体とグリッドから離れて電子と陰イオンの引力として作用する。これは電子濃度を含む点と、それらの形成後の陰イオンの損失のない点で重要な利点である。

【0026】陽イオン分析には、電界と電位を上述の実施例から逆行させるが、調時順序はそのまま残すことができる。

【0027】

【発明の効果】本発明は、イオン移動度分光計の効率性、分解能及び感度の広範な改良に資する方法と装置に関するものである。本発明は、今まで検出が不可能であった求電子蒸気例えば爆発性蒸気の濃度を極めて低くできる。本発明のさらなる利点は、反応体イオンを除去し、それによって他の軽イオン例えば一定の爆発性イオンから解離する陰 NO_3 イオンの検出を可能にすることで達成できる。本明細書の本発明の記述は主として陰イオンの分析に関連する。しかし、陽イオンに対する感度も本発明の装置と方法により改良できることがわかる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による検出器の横断面図である。

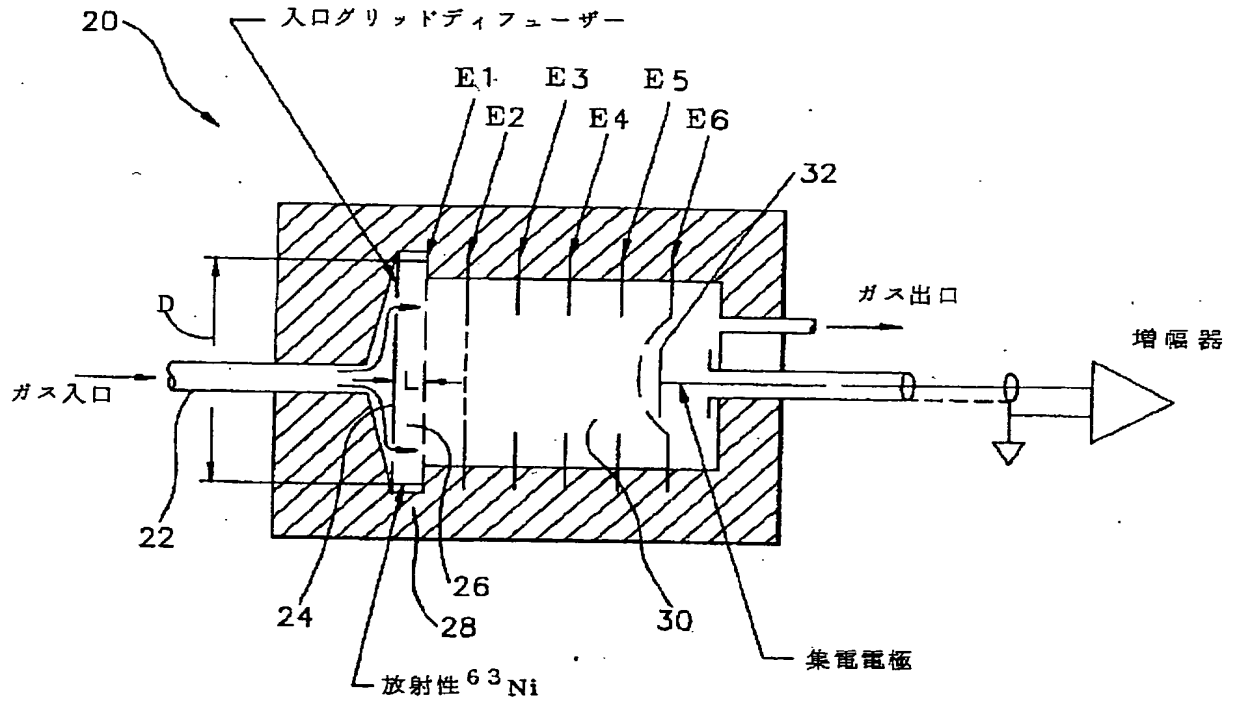
【図2】電極電位を示すグラフであって、(A)は全体図、(B)は(A)に示されたグラフの一部分の拡大図である。

【図3】先行技術のイオン移動度分光計を利用する先行技術検出器の略横断面図である。

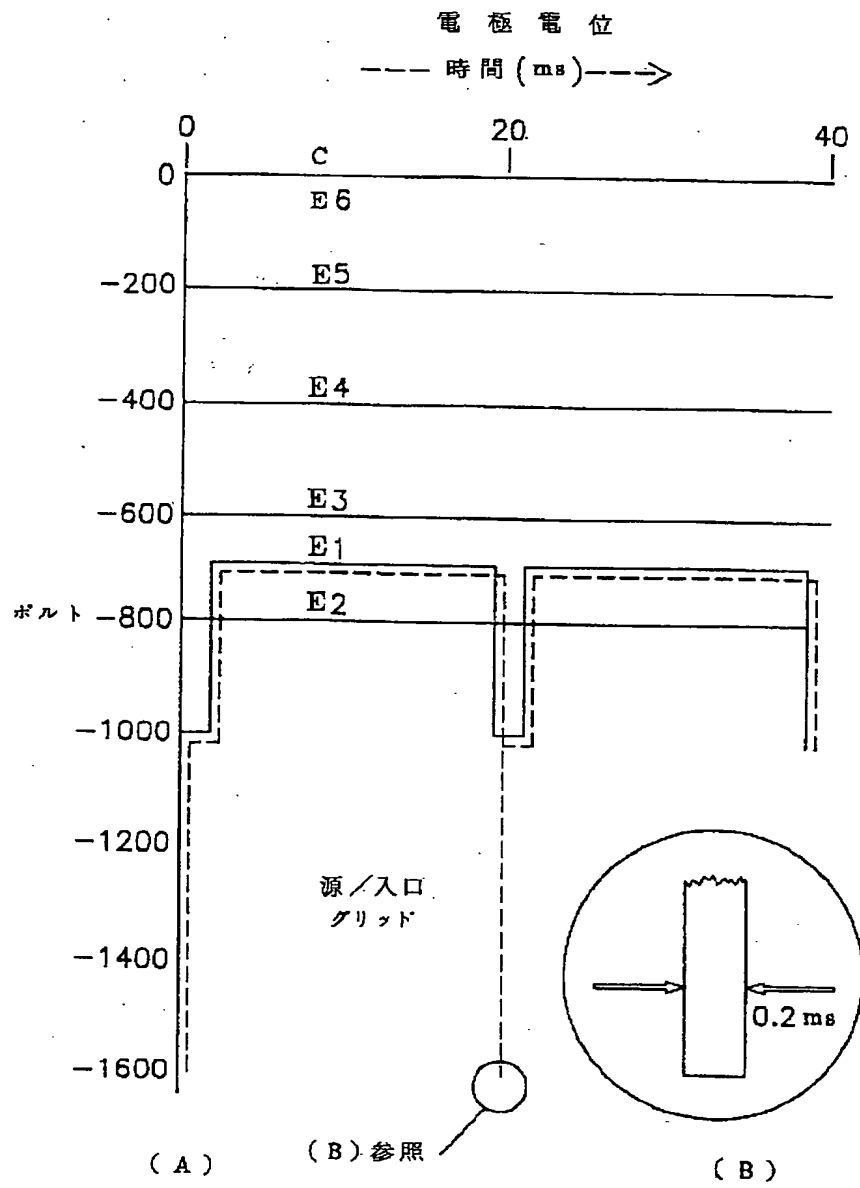
【符号の説明】

- 10 イオン移動度分光計
- 12 イオン化域
- 14 ドリフト域
- 16 シャッターグリッド
- 20 検出器
- 22 入口
- 24 ディフューザー
- 26 イオン化室
- 28 放射性源
- 30 イオンドリフト域(チューブ)
- 32 集電板

【図1】



【図2】



【図3】

